

7ª COTEQCONFERÊNCIA SOBRE
TECNOLOGIA DE EQUIPAMENTOS09-12/SETEMBRO
2003

FLORIANÓPOLIS • SANTA CATARINA

PRODUÇÃO TÉCNICO CIENTÍFICA
DO IPEN
DEVOLVER NO BALCÃO DE
EMPRÉSTIMO

m. parat

ov

COTEQ152_03

CARACTERIZAÇÃO DE REVESTIMENTO “GALVANNEALED” POR “STRIPPING”
ELETROQUÍMICOFernanda M. Queiroz¹, Isolda Costa²*Copyright 2003, 7ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos*

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na 7ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos, realizada no período de 09 a 12 de Setembro de 2003, em Florianópolis - SC. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pela Comissão Técnica do Evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelos patrocinadores do 7 COTEQ. *Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos.* O material, conforme apresentado, não necessariamente reflete as opiniões das Associações envolvidas, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da 7ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos.

Abstract

In this study, a galvanized coating on steel has been evaluated by electrochemical stripping in a solution containing $0,35 \text{ mol.L}^{-1}$ of $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ and $3,45 \text{ mol.L}^{-1}$ of NaCl , known as stripping solution. Firstly, the potential-time curves were obtained at the open circuit potential to evaluate the electrochemical behavior of the various phases in the stripping solution without external disturbance. Subsequently, the stripping was carried out in a galvanostatic mode where the current density applied was 7.5 mA/cm^2 . The aim of this work was to compare the two test conditions looking for that related to better reproducibility and reliability for galvanized coating characterization. The results obtained during stripping at the open circuit potential indicated similar potentials for the plateaus corresponding to the various phases in the coating but the duration of these plateaus was significantly different. On the other hand, the curves obtained in the galvanostatic mode presented high reproducibility either for the potential associated to the various plateaus or for the plateau duration.

Resumo

Neste estudo um aço “galvanized” comercial foi avaliado através do “stripping” eletroquímico em solução de $0,35 \text{ mol.L}^{-1}$ de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $3,45 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaCl conhecida como solução de “stripping”. Primeiramente as análises foram conduzidas em potencial de circuito aberto visando avaliar o comportamento natural das fases do revestimento quando em contato com a solução de “stripping” bem como os patamares de potencial que viessem a ocorrer e seus tempos de duração. Numa segunda etapa amostras do mesmo aço foram avaliadas também por “stripping” eletroquímico, desta vez com aplicação de corrente correspondente a $7,5 \text{ mA/cm}^2$ (galvanostaticamente). O objetivo geral deste trabalho foi comparar as duas condições de ensaio buscando verificar qual delas conduz a resultados mais reprodutivos e representativos das diversas fases de intermetálicos Fe-Zn presentes no revestimento “galvanized”. Os resultados das várias amostras analisadas indicaram potenciais semelhantes para a ocorrência dos

¹ Engenheira Química, mestranda do Instituto de Pesquisas Energética Nucleares - IPEN² Doutora, Engenheira Química do Instituto de Pesquisas Energética Nucleares - IPEN

patamares nas curvas de potencial de circuito aberto em função do tempo de imersão com grande variação no tempo de duração dos mesmos. Já as curvas obtidas galvanostaticamente foram bastante reprodutivas tanto no que se refere ao potencial quanto ao tempo de duração dos patamares.

Palavra-chave: “stripping” eletroquímico, “galvannealed”, corrosão

1. Introdução

O “stripping” eletroquímico em solução $0,35 \text{ mol.L}^{-1}$ de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $3,45 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaCl , é uma técnica bastante utilizada para caracterização de revestimentos “galvannealed”⁽¹⁻⁵⁾. Curvas de potencial de corrosão em função do tempo são obtidas durante este ensaio e, segundo diversos autores, os patamares de potencial que surgem em tais curvas, podem ser relacionados às fases de intermetálicos ferro-zinco (Fe-Zn) presentes nos revestimento. Muitos são os parâmetros que afetam o “stripping” eletroquímico e, conseqüentemente, os tempos de duração e potenciais onde ocorrem os patamares também são afetados. Neste estudo as curvas de potencial em função do tempo foram obtidas em duas condições: no potencial de circuito aberto em função do tempo de imersão, e galvanostaticamente, com densidade de corrente de $7,5 \text{ mA/cm}^2$. O objetivo foi comparar as respostas das fases do revestimento para as duas condições de “stripping” bem como a reprodutibilidade dos ensaios.

2. Materiais e Métodos

Amostras de aço com revestimento “galvannealed” comercial e de fabricação nacional foram cortadas nas dimensões de 2 cm x 2 cm, limpas em limpador ultrassônico, enxaguadas com acetona e água deionizada e secadas com ar quente. Para os ensaios utilizou-se uma célula eletroquímica tipo “flat-cell” (EG&G mod. K0235) com capacidade de 250 mL, que permite a exposição de $0,98 \text{ cm}^2$ de área superficial da amostra à solução de “stripping”. A solução de “stripping” era composta por $0,35 \text{ mol.L}^{-1}$ de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ e $3,45 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaCl . Um arranjo de três eletrodos foi empregado com um eletrodo de calomelano saturado como eletrodo de referência e uma tela de platina como contra eletrodo. Para as medidas de potencial de circuito aberto e para o “stripping” eletroquímico, utilizou-se um potenciostato (EG&G 273). Para os ensaios galvanostáticos (“stripping” coulométrico) a densidade de corrente aplicada foi de $7,5 \text{ mA/cm}^2$. Os ensaios foram conduzidos em temperatura de $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$ e a solução manteve-se naturalmente aerada. Todos os reagentes utilizados eram de grau analítico.

3. Resultados e Discussão

3.1 Potencial de circuito aberto em função do tempo de exposição à solução de “stripping”

O “stripping” eletroquímico foi conduzido inicialmente em potencial de circuito aberto (E_{ca}). Foram utilizadas três amostras de aço com revestimento “galvannealed” e as curvas de E_{ca} em função do tempo de “stripping” para estas amostras são apresentadas na figura 1. Pode-se observar que até aproximadamente 12 horas de imersão o potencial aumentou constantemente até ter início o primeiro patamar, identificado como A. Esta primeira etapa deve estar relacionada com a dissolução da fase mais rica em zinco no revestimento e, portanto, muito mais ativa na solução de “stripping”. Por análise de difração de raios-X, a fase mais externa identificada no revestimento “galvannealed” ensaiado, foi a fase zeta cujos potenciais de dissolução são maiores que os obtidos nas primeiras 12 horas de imersão. Acredita-se portanto,

que durante as 12 primeiras horas de ensaio, a variação de potencial observada é devida à dissolução, seja de zinco residual, que não reagiu durante o recozimento, como já foi relatado por outros autores⁽⁴⁾, seja da fase ϵ , ou mesmo de ambos.

Outros três patamares foram detectados e identificados como B, C e D. Como pode-se notar o primeiro patamar de potencial A é o mais longo, enquanto o patamar C quase não é percebido sendo o de menor duração. Visando avaliar a reprodutibilidade dos resultados, outras duas curvas de potencial de circuito aberto em função do tempo de imersão em solução de “stripping”, foram obtidas e são mostradas na figura 2.

Os valores de potencial correspondentes aos patamares das curvas B1, B2 e B3 foram próximos, porém, o tempo decorrido até o início de tais patamares variou, sendo mais próximo para as amostras B2 e B3, e inferiores aos obtidos para a amostra B1. A amostra B3 foi acompanhada durante um período maior de imersão e foi possível verificar que após o patamar D o potencial sobe lentamente até atingir valores de potencial próximos aos do aço na solução de ensaio, correspondendo ao substrato. Os valores aproximados de potencial correspondentes a estes patamares são apresentados na tabela 1.

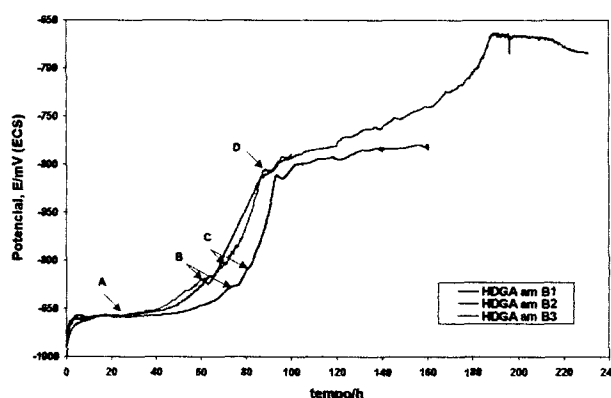


Figura 1: Curvas de potencial de circuito aberto em função do tempo de imersão em solução de “stripping” ($3,42 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaCl e $0,35 \text{ mol.L}^{-1}$ de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) a $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$.

Tabela 1 – Valores de potencial, tempo para ocorrência e duração dos patamares obtidos em solução de “stripping” a $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$. Resultados obtidos em circuito aberto.

Patamar	A	B	C	D
Potencial, mV, (ECS)	-958 ± 2	-921 ± 6	-906 ± 1	-808 ± 4
Tempo de imersão, horas	13 ± 1	66 ± 7	76 ± 8	90 ± 3
Duração, horas	30	3	1,5	3

Duas outras amostras, B4 e B5, foram também usadas para “stripping” eletroquímico no potencial de circuito aberto, figura 2. Analisando os patamares obtidos para a amostra B4 é possível notar que o patamar A estendeu-se até aproximadamente 100 horas, e a amostra B5 apresentava tendência semelhante até em torno de 80 horas, quando o ensaio foi interrompido.

O que pode-se perceber dos resultados obtidos das curvas de potencial de circuito aberto em função do tempo de imersão em solução de “stripping” é que, ainda que as cinco amostras tenham sido retiradas de uma mesma chapa de revestimento “galvannealed”, sendo removidas

de uma distância aproximadamente fixa das bordas, uma grande variabilidade no que diz respeito à duração e tempo para início dos diversos patamares, provavelmente decorrente de heterogeneidades no revestimento, foi detectada pelo ensaio eletroquímico.

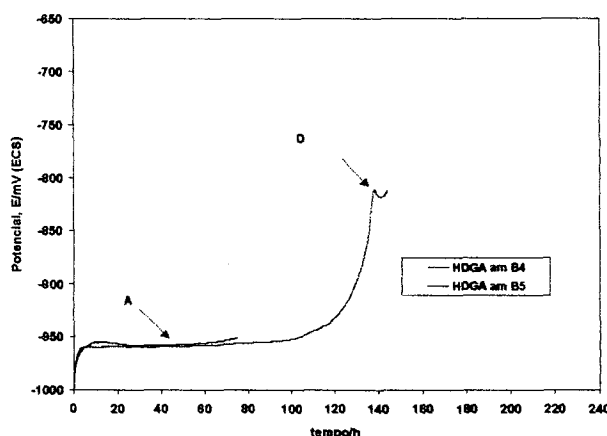


Figura 2: Curvas de potencial de circuito aberto em função do tempo de imersão em solução de “stripping” ($3,42 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaCl e $0,35 \text{ mol.L}^{-1}$ de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) a $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$.

O revestimento “galvannealed” avaliado neste estudo foi produzido industrialmente. Em processos industriais de fabricação, pequenas variações de tempo e temperatura de recozimento, e fatores da etapa de resfriamento, podem gerar variações ao longo da chapa revestida, em termos dos intermetálicos formados e suas quantidades relativas^(1,4,5). Assim, espera-se que o revestimento apresente heterogeneidades. Devido às heterogeneidades intrínsecas ao processo “galvannealing” as quantidades das fases presentes no revestimento podem variar de região para região. As diferenças na duração do primeiro patamar, de ocorrência sempre no mesmo potencial, indicam que este está relacionado com uma mesma fase, a qual, porém, apresenta-se em quantidades diferentes nas diversas amostras. Esta variação deve ser considerada, uma vez que o “stripping” eletroquímico é utilizado para estimar a espessura das fases do revestimento em função do tempo de duração dos patamares, como citam vários autores^(2, 6). Esta estimativa pode ser incorreta com base nos resultados obtidos neste trabalho, e conforme alertado em estudos anteriores^(3,4).

Sendo o patamar A o mais reprodutível e considerando-se o potencial médio referente a este patamar para as amostras analisadas, pode-se dizer que o potencial de corrosão da fase correspondente ao primeiro patamar é de aproximadamente $-958 \pm 2 \text{ mV (ECS)}$, nas condições do ensaio. Segundo Besseyrias⁽⁴⁾ patamares desta ordem foram relacionados com a fase zeta do revestimento “galvannealed”. A análise por difração de raios-X realizada no revestimento em estudo comprovou a presença desta fase no mesmo. Apenas o patamar A pôde ser avaliado no potencial de circuito aberto devido às dificuldades em reproduzir os demais.

3.2 “Stripping” eletroquímico sob polarização galvanostática

Como descrito no item anterior, a reprodução da duração dos patamares de potencial referente às diversas fases do revestimento “galvannealed” no potencial de circuito aberto foi bastante dificultada, pelas heterogeneidades do revestimento.

A grande maioria dos estudos realizados com revestimentos “galvannealed” utilizam polarização galvanostática, obtendo assim os patamares de potencial atribuídos às diferentes fases do revestimento. Esta técnica é chamada “stripping” coulométrico⁽¹⁻⁴⁾. Não há na literatura um

valor único de densidade de corrente a ser aplicada, e a maioria dos trabalhos utiliza-se daquele valor onde a melhor definição dos patamares for obtida.

Diversos autores^(2,3) estudaram os parâmetros que influenciam o “stripping” coulométrico, visando otimizar as condições de ensaios que levassem a resultados mais representativos das várias fases. Em um destes estudos, Xhoffer et al⁽⁶⁾ concluíram que com densidade de corrente de $7,5\text{mA}/\text{cm}^2$ pode-se combinar tempos curtos de ensaio com uma boa resolução dos vários patamares. Assim, decidiu-se utilizar neste trabalho o valor de densidade de corrente sugerido por Xhoffer.

Seis amostras de aço com revestimento “galvannealed” foram submetidas ao “stripping” coulométrico e as curvas de potencial em função do tempo são apresentadas na figura 3.

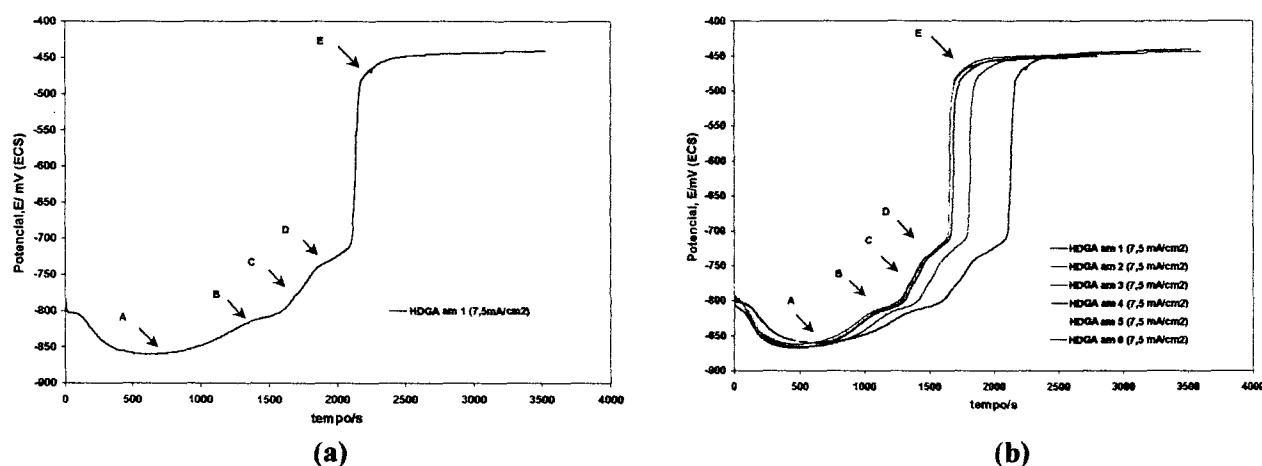


Figura 3: Curvas de potencial em função do tempo de “stripping” coulométrico com densidade de corrente de $7,5\text{mA}/\text{cm}^2$.

Analisando as curvas apresentadas na figura 3, é possível notar que nos primeiros minutos de “stripping” ocorre uma queda no potencial seguida de sua estabilização, que gera o primeiro patamar de potencial. Isto não era observado nas curvas resultantes de “stripping” em potencial de circuito aberto. Segundo Zhang e Bravo⁽²⁾, no início do ensaio a superfície é mais regular mas, com o tempo de “stripping” e a dissolução preferencial do zinco, a área da superfície aumenta devido ao aumento de trincas e poros. A corrente aplicada no “stripping” coulométrico é constante; portanto, se a área aumenta, a densidade de corrente (i), diminui. Uma vez que o potencial para dissolução do material depende da densidade de corrente, a redução em i produz uma diminuição no potencial, ou seja, o potencial torna-se mais negativo. Quando a área superficial e a composição da superfície tornam-se relativamente constantes, o processo é estabilizado e o potencial também torna-se relativamente constante.

Na figura 3a são apresentados cinco patamares de potencial, identificados de A a E, sendo que o patamar C é quase imperceptível. A figura 3b mostra 6 curvas obtidas nas mesmas condições (densidade de corrente = $7,5\text{mA}/\text{cm}^2$), e pode-se perceber boa reprodutibilidade dos resultados. Os potenciais de ocorrência dos patamares são apresentados na tabela 2, comparados aos valores da literatura^(2,3) dos quais mais se aproximaram.

Apesar de os valores de potencial para os patamares deste trabalho serem um pouco superiores aos da literatura, pode-se considerar que estão de acordo com os obtidos por Zhang e Bravo⁽²⁾ e por Besseyrias⁽³⁾. As pequenas diferenças são atribuídas ao valor de densidade de corrente aplicada por cada autor. Sabe-se que para densidades de corrente mais altas os valores de potencial obtidos são mais anódicos^(2,3) assim, os potenciais mais altos encontrados neste

trabalho já eram esperados. Uma boa aproximação é obtida quando a comparação é feita com o trabalho de Besseyrias⁽³⁾ que aplicou densidade de corrente ($7,35 \text{ mA/cm}^2$), próxima à utilizada neste trabalho, ($7,50 \text{ mA/cm}^2$). Outra justificativa para as diferenças entre os resultados apresentados na tabela 2, é a procedência dos materiais. Como descrito no item 2.1, pequenas variações entre amostras de uma mesma chapa podem ser detectadas pelos ensaios eletroquímicos. Ao comparar os resultados deste trabalho com os da literatura é necessário considerar que os materiais utilizados são de diferentes fabricantes.

Tabela 2 – Valores de potenciais dos patamares obtidos durante “stripping” sob polarização galvanostática. Resultados deste trabalho e resultados obtidos da literatura.

Patamar	Potencial, mV, ECS					i/ mA.cm^{-2}
	A	B	C	D	E	
Zhang e Bravo ⁽²⁾	- 875	- 824	- 800	- 762	- 475	6,30
Besseyrias ⁽³⁾	- 873	- 812	- 780	- 740	- 464	7,35
Este trabalho	- 863 $\pm$ 4	- 812 $\pm$ 3	- 770 $\pm$ 4	- 730 $\pm$ 3	- 449 $\pm$ 4	7,50

Um estudo onde foram medidos os potenciais de ligas Fe-Zn homogêneas, correspondentes às composições das fases ζ , δ , γ_1 e γ , polarizadas a 5 mA/cm^2 , apresentou os potenciais descritos na tabela 3 para as diversas fases⁽⁴⁾.

Tabela 3 - Potenciais das ligas homogêneas polarizadas a 5 mA/cm^2 ⁽⁴⁾.

Liga Fe-Zn homogênea	ζ (zeta)	δ (delta)	γ_1 (gama 1)	γ (gama)
Potencial, mV, ECS	- 900	- 900 a -870	- 770	- 840

Como pode-se notar os valores de potencial obtidos para as ligas homogêneas são inferiores aos encontrados nos revestimentos multicamadas, apresentados na tabela 2. Neste caso, o fato de a densidade de corrente utilizada pela autor⁽⁴⁾ ser inferior aos da tabela 2, o que conduziria a patamares de potencial mais catódicos, não foi o que gerou tal diferença. Isto pode ser comprovado ao analisarmos as curvas da figura 4 e os valores de potencial da tabela 4, obtidos de tais curvas, que foram geradas para “stripping” coulométrico com densidade de corrente de 5 mA/cm^2 , isto é, nas mesmas condições das ligas homogêneas. Nota-se na tabela 3 que o potencial encontrado para a fase gama homogênea, foi mais catódico que para gama 1. O autor⁽⁴⁾ atenta para o fato porém, sem concluir o que conduziu a estes potenciais.

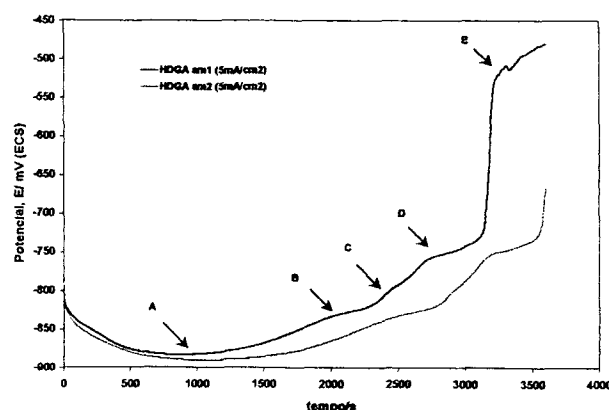


Figura 4 - Curvas de potencial em função do tempo para “stripping” coulométrico com densidade de corrente de 5 mA/cm^2 .

Tabela 4 – Valores de potencial dos patamares obtidos a 5 mA/cm².

Patamar	A	B	C	D
Potencial, mV, ECS	- 887	- 830	- 794	- 752

Tanto os resultados da tabela 4 quanto os da tabela 2, para o aço com revestimento “galvannealed” estudado neste trabalho, não permitiram uma boa correlação com os potenciais das ligas homogêneas analisadas por Besseyrias⁽⁴⁾. Isto pode ser atribuído às heterogeneidades dos revestimentos fabricados industrialmente.

Alguns dos trabalhos^(2,3) realizados sobre o revestimento “galvannealed”, apenas identificam os patamares de potencial. Poucos^(4,6) atribuem tais patamares à cada uma das fases presentes no revestimento. Utilizando os dados obtidos por “stripping” galvanostático ou coulométrico e com o auxílio dos resultados de difração de raios-X e espectroscopia de energia dispersiva do revestimento “galvannealed” em estudo, que indicaram a presença das fases zeta, delta e gama, podemos associar os patamares obtidos do “stripping” galvanostático às fases presentes no revestimento, como mostra a tabela 5.

Tabela 5 – Potenciais das fases Fe-Zn presentes no revestimento “galvannealed” em solução de “stripping” (3,42 mol.L⁻¹ de NaCl e 0,35 mol.L⁻¹ de ZnSO₄.7H₂O) a (20 ± 2)° C.

Patamar	A	B	C	D	E
Fase Fe-Zn	zeta	delta	gama 1	gama	substrato
Potencial, mV, ECS	- 863 ± 4	- 812 ± 3	- 770 ± 4	- 730 ± 3	- 449 ± 4

Neste ponto é importante salientar que as curvas obtidas por “stripping” coulométrico apresentaram reprodutibilidade superior àquelas obtidas em potencial de circuito aberto, figura 1, analisadas no item 3.1 deste trabalho. Todos os patamares representativos das diversas fases do revestimento “galvannealed” estavam presentes nas curvas de “stripping” coulométrico com valores de potencial bem próximos e início em tempos que pouco variaram entre as várias amostras analisadas.

Besseyrias⁽⁴⁾ em seu estudo de ligas homogêneas observou que quando as ligas eram avaliadas em potencial de repouso, levavam cerca de 30 minutos para atingir valores de potencial obtidos após poucos minutos de imersão quando aplicada uma densidade de corrente de 5 mA/cm². Isto sugere que a condição de polarização galvanostática, sendo mais agressiva, favorece uma homogeneização mais rápida do material, em relação ao que ocorre em condições de potencial de circuito aberto. A utilização do “stripping” coulométrico torna a obtenção dos resultados em cada patamar mais rápida e menos dependente das condições de homogeneidade das amostras do que em potencial de circuito aberto.

A obtenção dos patamares em tempos e potenciais previstos permite a análise de composição e morfologia das diversas fases de intermetálicos Fe-Zn presentes no revestimento “galvannealed”. Este estudo está sendo realizado e será apresentado em trabalho futuro.

4. Conclusões

O “stripping” eletroquímico de aço “galvannealed” em solução $3,42 \text{ mol.L}^{-1}$ de NaCl e $0,35 \text{ mol.L}^{-1}$ de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, em potencial de circuito aberto é altamente sujeito às heterogeneidades do revestimento na amostra analisada, decorrentes das condições de fabricação. Já quando é aplicada uma densidade de corrente adequada durante o “stripping” (“stripping” coulométrico), além de se ter uma caracterização bem mais rápida do revestimento, os patamares que caracterizam as diversas fases de intermetálicos Fe-Zn presentes no revestimento, apresentam-se com boa definição e boa reprodutibilidade, fornecendo informações importantes sobre o revestimento “galvannealed”.

5. Referências Bibliográficas

- (1) CHANG,S., CHOI,Y.M., YOO,B.H, Bae,D.C., Behavior of galvannealed coatings on various sheet steels, Surface Modification Technologies VI, The Minerals, Metals, & Materials Society, p. 429-445, 1993.
- (2) ZHANG,X.G., BRAVO,I.C., Electrochemical stripping of galvannealed coatings on steel, Corrosion, v. 50, n.4, p. 308-317, april, 1994.
- (3) BESSEYRIAS,A., DALARD,F., RAMEAU,J.J. and BAUDIN,H., A study of galvanic corrosion during coulometric dissolution of galvannealed steel, Corrosion Science, v. 37, n.4, p. 587-595, 1995.
- (4) BESSEYRIAS,A., DALARD,F., RAMEAU,J.J. and BAUDIN,H., Electrochemical behavior of zinc-iron intermetallic compounds in an aqueous solution containing NaCl and ZnSO_4 , Corrosion Science, v. 39, n.10-11, p. 1883-1896, 1997.
- (5) NOGUEIRA,T.M.C., SEIXAS,U.R., RIOS,P.R., Application of voltammetric stripping to a galvannealed coating on an interstitial free steel sheet, note, ISIJ International, v.38, n.7, p. 775-777, 1998.
- (6) XHOFFER, C., DILLEN, H. and DE COOMAN, B.C. Quantitative phase analysis of galvannealed coatings by coulometric stripping, Journal of Applied Electrochemistry, n. 29, p. 209-219, 1999.

IPEN/CNEN-SP
BIBLIOTECA
"TEREZINE ARANTES FERRAZ"

Formulário de envio de trabalhos produzidos pelos pesquisadores do IPEN para inclusão na
Produção Técnico Científica

AUTOR(ES) DO TRABALHO:
Fernanda M. Queiroz, Isolda Costa

LOTAÇÃO: CCTM

RAMAL: 9359

TIPO DE REGISTRO:

art. / periód.:
cap. de livro

☐
☐

Publ. IPEN
Art. conf

☐
X

. resumo
outros

☐
X

(folheto, relatório, etc...)

TÍTULO DO TRABALHO:
CARACTERIZAÇÃO DE REVESTIMENTO "GALVANNEALED" POR "STRIPPING"
ELETROQUÍMICO.

APRESENTADO EM: (informar os dados completos - no caso de artigos de conf., informar o título
da conferência, local, data, organizador, etc..)

7A COTEQ

9 A 12 Setembro de 2003 - Florianópolis- Santa Catarina

PALAVRAS CHAVES PARA IDENTIFICAR O TRABALHO:
"Stripping" eletroquímico, "galvannealed", corrosão.

ASSINATURA: _____

DATA: 10/12/2003